

Aus dem Pathologischen Institut der Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Prof. Dr. med. E. Müller

Experimentell - methodische Untersuchungen zum postmortalen Nachweis pulmonaler Ventilationsstörungen

Inaugural-Dissertation

zur
Erlangung der Doktorwürde
der
hohen Medizinischen Fakultät
der
Friedrich-Alexander Universität
zu
Erlangen-Nürnberg

1961

vorgelegt von
Gerd Müller
aus Würzburg



Dekan: Prof. Dr. med. E. Schreck
Referent: Priv. Doz. Dr. med. H. Otto
Correferent: Prof. Dr. med. E. Müller

Tag der mündlichen Prüfung: 17. Februar 1961

XIV.

Experimentell-methodische Untersuchungen zum postmortalen Nachweis pulmonaler Ventilationsstörungen *

Von

H. Otto und G. Müller **

Aus dem Pathologischen Institut der Universität Erlangen

Direktor: Prof. Dr. E. Müller

Mit 4 Abbildungen im Text

(Eingegangen am 9. März 1961)

Definiert man das primäre Emphysem als Atrophie der Lunge mit Reduktion der elastischen Retraktionskräfte, so sind die diagnostischen Möglichkeiten des Klinikers zwangsläufig dadurch eingeschränkt, daß er die der Lunge selbst innewohnende Elastizität nicht für sich allein messen kann, sondern durch die untrennbare Synchronisation der Atmung in willkürliche und unwillkürliche Leistungen nur subjektiv beeinflussbare Meßwerte registriert. Optimale Voraussetzungen für die Messung dieses Elastizitätsschwundes versprechen demgegenüber die Untersuchungen an der isolierten Lunge, wie sie in letzter Zeit an Leichenlungen erneut von HARTUNG durchgeführt wurden. Das morphologische Äquivalent für den Schwund der Lungenelastizität ist eine irreversible Erweiterung des Alveolensystems mit weitgehenden Strukturverlusten im Bereich der

* Durchgeführt mit Unterstützung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft.

** D 29.

kleinsten funktionellen Baueinheiten der Lunge. Es ist wohl keine Frage, daß in der initialen Phase physikalisch nachweisbare Elastizitätsverluste bereits vorliegen, wenn morphologisch eindeutige Befunde noch fehlen. Das gilt besonders für das übliche Altersemphysem ohne Rechtshypertrophie, bei dem der obligat einsetzende Alterungsprozeß der Lunge anderen altersatrophischen Veränderungen, zum Beispiel der Haut oder des Knochens, durchaus gleichzusetzen ist. Beide lassen in der Kontinuität des Ablaufes eine scharfe Zäsur des „noch Normalen“ gegen das „schon Kranke“ nicht erwarten. Akzentuierte morphologische Kriterien eines beginnenden Emphysems sind deswegen nicht leicht festzulegen.

Es fragt sich darüber hinaus, inwieweit initiale Änderungen der Lichtungsweite des Alveolensystems im üblichen Präparationsvorgang der Sektion faßbar sind oder, anders gesehen, durch sektionstechnische Einflüsse verdeckt und ausgelöscht werden können. In vivo schwankt die Lichtungsweite der Alveolen von einer maximalen inspiratorischen bis herunter zu einer minimalen expiratorischen Entfaltung. Mit der Eröffnung des Thorax kollabiert aber die Lunge und bekommt damit ein Volumen und einen Entfaltungsgrad der Alveolen, der auch bei maximaler Expiration nicht annähernd erreicht wird. Selbst die unbeschädigt abgetrennte und fixierte Lunge bietet einen Entfaltungsgrad, der weit unterhalb der normalen Mittellage liegt. Bei der üblichen Sektion der Lungen wird darüber hinaus das lufthaltige Parenchym breitflächig eröffnet und teilweise bis zur Atelektase komprimiert. Ebenso zeigt das chirurgische Lungenresektionspräparat in der Regel eine weitgehende Kollapsatelektase mit fast völliger Luftresorption. Es ist nicht zu erwarten, daß geringgradige initiale Phasen des Emphysems in einem solchen Präparat optimal nachweisbar sind. Wenn also die Beurteilung der Lichtungsweite des Alveolensystems differentialdiagnostisch zur Diskussion gestellt wird, dann kann die Entscheidung bei vergleichender Betrachtung nur von einem vergleichbaren Entfaltungsgrad ausgehen, der in den Bereich der mittleren Funktionslagen, nicht aber in den Bereich eines Kollapses verlegt werden muß.

Gegen diese Forderung ist der Einwand berechtigt, daß die Emphysemlunge wegen ihres Elastizitätsverlustes eben nicht spontan kollabiert. Dies trifft aber nur für relativ fortgeschrittene Phasen des Emphysems zu, für die der Kliniker kaum noch eine Bestätigung durch eine Obduktion suchen muß.

Der Versuch, die Lunge in einer mittleren Funktionslage im Experiment oder bei der Obduktion zu erhalten, muß an der unfixierten Lunge zwangsläufig scheitern. Nur gefroren bewahrt die isolierte unfixierte Lunge

einen aufgezwungenen Dehnungszustand. Geht man von der Voraussetzung aus, daß die gewünschte mittlere Funktionslage in etwa dem Thoraxvolumen entspricht, so wäre zweifellos die ideale Beurteilung nach Fixation des gesamten Thoraxinhaltes durch Injektionsfixation großer peripherer Arterienstämme gegeben. Dieses Unterfangen läßt sich aber im Zuge routinemäßiger Sektionen in der Regel nicht anwenden.

Es bleibt der Kompromiß einer nachträglichen Dehnung der kollabierten isolierten Lunge durch Luft oder durch Fixationsmittel mit Fixation in dem erzielten Dehnungsgrad nach Ligatur des Stammbronchus. Unabdingbar ist auch hier ein Zugeständnis an die übliche Sektionstechnik: Die Lunge darf vor der Fixation nicht aufgeschnitten werden, sie darf nicht einmal Verletzungen der Pleura haben, da sonst die Fixationsflüssigkeit abläuft. Mit der Forderung einer Demonstration des Präparates am Ende der Sektion ist dies Verfahren ebenfalls unvereinbar; frühestens nach 24 Stunden ist bei Anwendung von angewärmtem Formol die Fixation einigermaßen erreicht.

Für die Dehnung der kollabierten Lunge sind methodisch verschiedene Verfahren anwendbar:

1. Das Volumenkomplementverfahren von ALTMANN, das besonders von HARTUNG technisch entwickelt worden ist. Dabei ist die Lunge in einem geschlossenen System von einem Flüssigkeitsmantel umgeben, der Stammbronchus hat Verbindung mit der Außenluft oder durch einen geeigneten Anschluß mit dem Fixationsmittel. Wird an den Flüssigkeitsmantel ein Unterdruck angelegt, so dehnt sich die Lunge dementsprechend aus, oder sie füllt sich mit Fixationslösung.

2. Das Unterdruckverfahren von SCHUBERT, bei dem an die auf der Fixationsflüssigkeit schwimmende Lunge für 4 bis 6 Tage ein Vakuum von etwa 300 mm Hg angelegt wird. Die Höhe des Vakuums richtet sich nach dem Grad des Kollapses, die Ausdehnung der in der Lunge eingeschlossenen Restgasmenge erfolgt nur relativ langsam.

3. Das Überdruckverfahren durch Dehnung der Lunge mit Gas oder Flüssigkeit vom Stammbronchus her. Am einfachsten wird dabei mit einem in den Stammbronchus eingebundenen Irrigatoranschluß die Lunge mit Fixationsflüssigkeit gefüllt. Durch die Irrigatorhöhe kann der Füllungsdruck, mit der Menge der Fixationsflüssigkeit das Ausmaß der Dehnung gesteuert werden.

Die verschiedenen Methoden der Lungendehnung sind einfach zu handhaben. Das erstere Verfahren, von ALTMANN als Volumenkomplementverfahren bezeichnet, erfordert aber entsprechend dimensionierte und mit Anschlüssen versehene Füllungsgefäße (s. HARTUNG). Für das

Vakuumverfahren benötigt man entweder einen Vakuumschrank (der dann mehrere Tage blockiert bleibt!) oder große Exsikkatorgefäße mit Wasserstrahlpumpe. Die Irrigatorfüllung verlangt lediglich einen Irrigator (etwa 1000 ml) mit Schlauchanschluß und einer für die Trachea passenden Metallkanüle. Für das Überdruckverfahren ziehen wir es vor, beide Lungen im Zusammenhang mit der unteren Trachealhälfte zu belassen. Bei der Füllung sollten die Lungen in einem genügend großen Gefäß schwimmen, um ungleichmäßige Füllungen der komprimierten Basis zu vermeiden. Wir verwenden zur Füllung im Durchschnitt 1000 bis 1200 ml Fixationsflüssigkeit pro Lunge. Beim Kollaps der Lungen aus mittlerer Expirationslage entweichen etwa 2500 ccm Gasvolumen (REIN und SCHNEIDER). Die Auffüllung einer kollabierten Lunge mit 1000 ml Fixationsflüssigkeit (10- bis 20prozentiges Formol) führt also zu einer Entfaltung vom Ausmaß etwa mittlerer Expiration. Nach dem Auffüllen auf diese expiratorische Mittellage werden die Stammbronchien mit kräftigem Bindfaden ligiert und die Lungen für 2 bis 3 Tage schwimmend in 10prozentigem Formol belassen.

An normalen menschlichen und tierischen Lungen mit unterschiedlicher Behandlung der beiden Lungenflügel haben wir uns nicht davon überzeugen können, daß grundsätzliche Vor- oder Nachteile der Methoden existieren. Das Volumenkomplementverfahren gestattet freilich ohne weiteres auch die Dehnung mit Luftauffüllung; es kann also die Beimischung unerwünschter Flüssigkeit zum Alveoleninhalt vermieden werden. Kleinere Tierlungen konnten wir auf diese Weise nach Luftdehnung ausreichend fixieren, da die Fixationslösung die relativ kleinen Gewebstücke noch hinreichend schnell durchdringt. Für menschliche Lungen kommt die reine Luftauffüllung aber kaum in Betracht, da die Fäulnisautolyse in Gang kommt, bevor die Fixation allein von außen die Substanz der Lungenlappen durchdringen kann. HARTUNG hat das Volumenkomplementverfahren methodisch der Irrigatorfüllung vorgezogen. Beim Vakuumverfahren ist, worauf HARTUNG mit Recht hingewiesen hat, die Steuerung des gewünschten Entfaltungsgrades der Lunge schwierig und nur ungenau möglich. Ein Vorzug dieser Methode ist aber, daß sie auch bei sehr kurzem Bronchusstumpf, zum Beispiel bei Lungenresektionspräparaten und sogar an zerschnittenen Sektionspräparaten noch anwendbar ist. Inhomogenität der Dehnung ist allerdings bei bereits zerschnittenen Sektionslungen nicht zu vermeiden, da der Entfaltungsgrad der Volumenvermehrung der jeweils in den kollabierten oder komprimierten Alveolen eingeschlossenen Luftmenge korrespondiert. Heterogener Kollaps kann bei homogenem Vakuum nur zu heterogener Entfaltung



Abb. 1. Meerschweinchenlunge. Erweiterter Alveolargang nach gesteigerter Volumenkomplementfüllung. Vergr. etwa 50fach.

führen. Es ist aber nicht zu übersehen, daß die beiden anderen Verfahren ohne kostspielige endobronchiale Kanülen bei diesen Präparaten überhaupt nicht anwendbar sind. Beim Überdruckverfahren wurde von MOTTURA und DI BIASI auf die Möglichkeit von Artefaktbildungen hingewiesen, besonders hinsichtlich einer übermäßigen Erweiterung der respiratorischen Gänge. ALTMANN erhob den gegenteiligen Einwand einer Kontraktion der kleineren Bronchialäste mit sternförmig eingengtem Lumen. Man muß sich hinsichtlich einer inhomogenen Überdehnung aber doch wohl vorstellen, daß der Füllungsdruck des verwendeten Mediums nur während der Entfaltung bevorzugt auf die Ductuli respiratorii wirksam wird, daß er sich aber nach Ligatur des Stammbronchus in dem so geschlossenen System zwangsläufig ausgleicht. Wenn also nicht insgesamt eine erhebliche Überdehnung erzwungen wird oder aber das hydrostatische Gefälle aufrechterhalten bleibt, ist eine bevorzugte Expansionswirkung, Passierbarkeit der Luftwege vorausgesetzt, auf einen Teil des Systems physikalisch schwer vorstellbar. Lediglich bronchostenotische Prozesse, besonders Bronchialcarcinome, können eine Entfaltung des poststenotischen Parenchyms verhindern oder aber höhere Füllungsdrucke zur Überwindung erfordern.

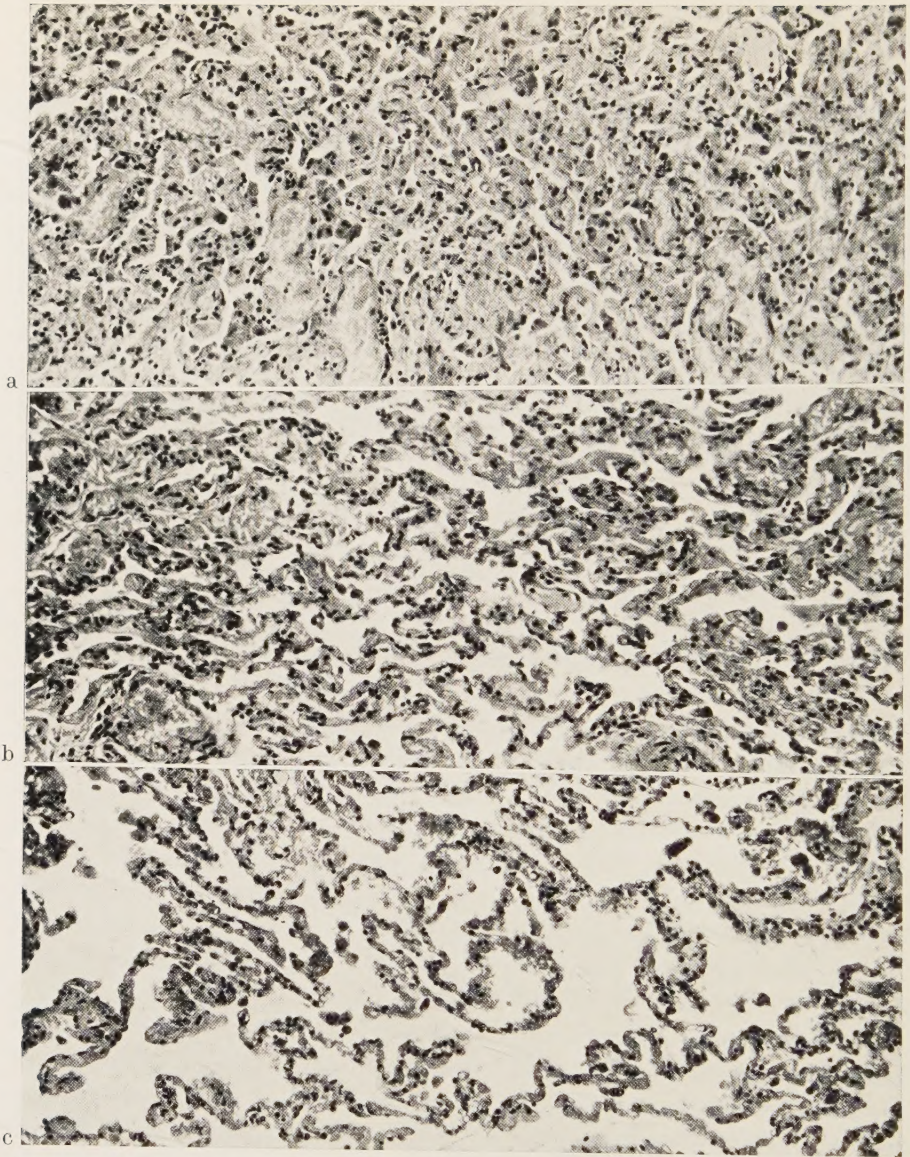


Abb. 2 a-c. Unterschiedliche Entfaltungsgrade aus einem Lungenresektionspräparat. Emphysem nicht zu beurteilen. Vergrößerung etwa 200fach.

Wir haben in Versuchen bei mehr als 100 Lungen nicht die Überzeugung gewonnen, daß eine schonende Irrigatorfüllung durch Inhomogenität der Dehnung artefiziell bedingte Fehlbilder schafft und damit

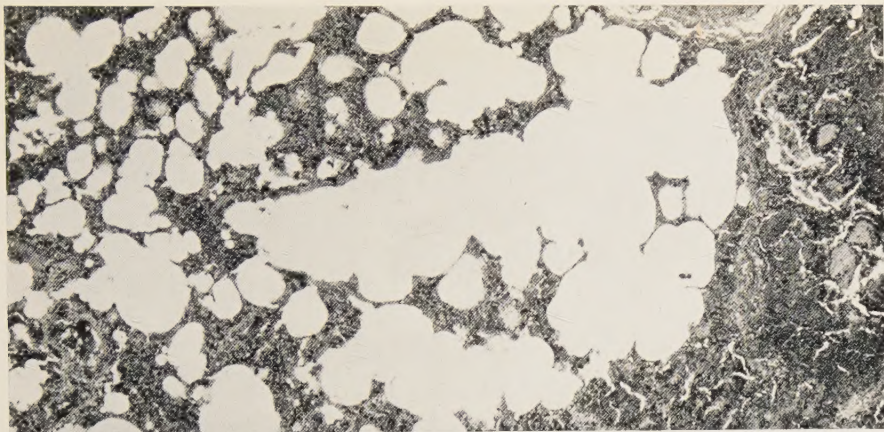


Abb. 2 d. Gleiches Präparat wie Abb. 2 a–c. Lungenemphysem in teilweise entfalteten Bezirken (Lupenvergr.).

Fehldeutungen veranlaßt. Die Möglichkeit exzessiver Dehnung besteht grundsätzlich bei allen drei Verfahren. Die Abbildung 1 zeigt eine Überdehnung der Alveolargänge einer Meerschweinchenlunge nach übersteigter Volumenkomplementdehnung. Ebenso wie solche übertriebenen Dehnungen im Volumenkomplementverfahren vermeidbar sind, läßt sich die gleiche Überdehnung durch zu große Fixationsmengen und zu hohe wirksame Flüssigkeitssäulen beim Überdruckverfahren verhüten. Wesentlich ist wohl, daß alle diese Verfahren bei sinnvoller Anwendung gegenüber der normalen Sektionstechnik den unbestreitbaren Vorzug besitzen, daß sie das Emphysem im allgemeinen und besonders seine topographischen Beziehungen zu Zweiterkrankungen der Lunge viel eindrucksvoller zur Darstellung bringen, als die kollabiert zerschnittene unfixierte oder fixierte Lunge es zuläßt.

Durch die Fixation wird der jeweilige Dehnungsgrad der Lunge irreversibel. Auch für das spätere histologische Präparat ist deshalb der Dehnungsgrad der Lunge während des Fixationsvorganges von maßgeblicher Bedeutung. Die aufgeschnitten fixierte Lunge zeigt später meist ausgedehnte kollapsartig komprimierte Bezirke des alveolären Parenchyms, die für eine kritische Beurteilung des Luftgehaltes in vivo praktisch ausscheiden müssen. Ganz besonders lassen Lungenresektionspräparate durch eine weitgehende Luftresorption intra operationem oft eine fast völlige Atelektase erkennen. Abbildung 2 zeigt unterschiedliche Entfaltungsgrade des lufthaltigen Lungengewebes im gleichen Resektionspräparat. In den teilweise entfalteten Bezirken findet sich ein

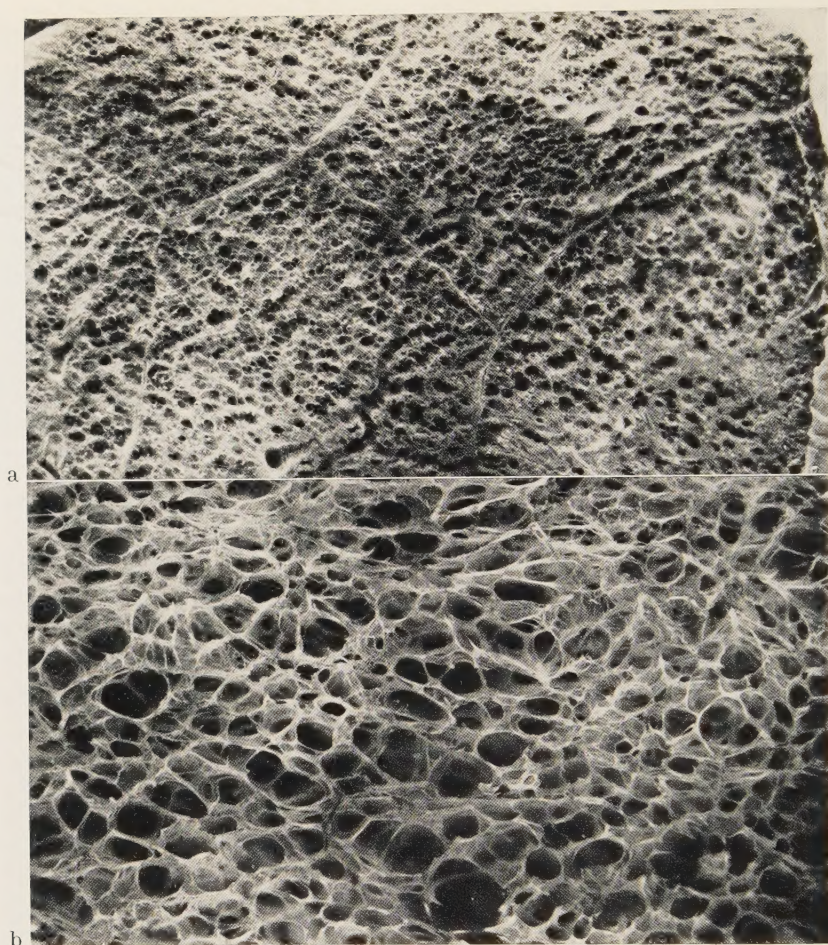


Abb. 3. a) Normal entfaltete Lunge. b) Diffuses kleinblasiges Emphysem.

Emphysem, das auch klinisch vorlag. In den mehr oder weniger kollabierten Abschnitten ist ein Emphysem weder zu diagnostizieren noch zu vermuten; es wird im Gegenteil eine intravitale Atelektase vorgetäuscht (die Lunge wurde nicht sekundär entfaltet, sondern kollabiert fixiert). Dieses Beispiel zeigt eindrucksvoll, daß die Entfaltung des Lungengewebes auf eine mittlere Funktionsweite für die Beurteilung der Alveolenweite eine wichtige Voraussetzung ist. Abbildung 3c und d zeigt ein kleinblasiges, diffuses Emphysem einmal in entfaltetem Zustand und einmal nach üblicher Sektions- und Einbettungstechnik. Die Abbildungen 3a–d haben den gleichen Abbildungsmaßstab.

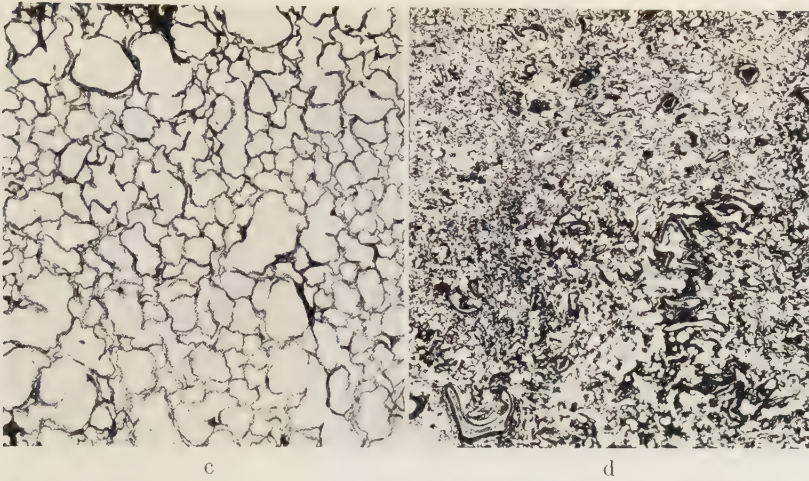


Abb. 3 c und d. Korrespondierende histologische Schnitte aus dem Emphysempräparat links entfaltet, rechts weitgehend kollabiert. Alle Abb. 3 a–d gleicher Maßstab.

In besonderem Maß erscheint uns die Abgrenzung kollapsartiger Atelektasen in Säuglingslungen von Bedeutung. Es ist eine häufige Erfahrung, daß nach Eröffnung des Brustkorbes die Lungen von Frühgeborenen und lebensschwachen Säuglingen oft atelektatisch kollabiert und weit zurückgesunken vorliegen. Die Schwimmprobe ist in den meisten Abschnitten negativ, und man könnte zu der Ansicht kommen, daß es sich um kaum entfaltete und beatmete Lungen handelt. Es kann dabei die Frage, auch forensisch, entscheidend sein, inwieweit der Eindruck der kollabierten Lunge Rückschlüsse auf den Funktionszustand zu Lebzeiten gestattet. Sicher ist, daß das Thoraxvolumen von der Lunge ausgefüllt gewesen sein muß, daß also die Lungen zu Lebzeiten mehr entfaltet waren, als sie nach Fensterung des Thorax den Eindruck erweckten. Eine Auffüllung dieser Lungen liefert deshalb für die Frage des intravitalen Entfaltungsgrades ein treffenderes Bild, bietet aber das Risiko, daß auch atelektatische Bezirke artefiziell entfaltet werden können, gleichgültig, welche Methode der Entfaltung zur Anwendung gelangt. Strenggenommen müssen deshalb diese Lungen zur einwandfreien Beurteilung des Entfaltungsgrades bei uneröffnetem Thorax durch Gefäßinjektion fixiert werden.

Wenn die isolierten Lungen gedehnt werden, fehlt eine genaue Markierungsmöglichkeit für die Grenze der optimalen Entfaltung. Es ist deshalb die Frage, ob durch Überdehnung Artefakte, besonders ein Emphysem, erzeugt werden können. Im älteren Schrifttum findet man

oft die Meinung vertreten, daß ein Emphysem durch extremes Aufblasen einer normalen Lunge hervorgerufen werden könne. Diese Vorstellung ist sowohl hinsichtlich der Ätiologie als auch hinsichtlich der Morphologie des Emphysems irreführend. Im Experiment mit gesunden Lungen fanden wir, daß Füllungssteigerungen bei Formfüllung bis 20% weder makroskopisch noch mikroskopisch unterscheidbar sind. Beim Kollaps einer normalen Lunge sind etwa 2500 ccm Volumen entwichen und durch Gas oder Flüssigkeit ohne Schwierigkeiten zu ersetzen. Das Volumen einer kollabierten Lunge verhält sich zum Volumen einer Lunge in mittlerer Funktionslage mindestens wie 1:2. Der Versuch einer gewaltsamen Überdehnung scheitert bei der gesunden Lunge in der Regel daran, daß bei mehr als 30% Überdehnung die Pleura pulmonalis alsbald defekt wird. Ein Emphysem ist auf diese Weise in einer gesunden Lunge auch annähernd nicht zu erzeugen. Durch Pleuraschwielen „gefesselte Lungen“ lassen sich mit dem Irrigator überhaupt nicht überdehnen. Die sogenannte schlaaffe Lunge ist dagegen leichter auf ein größeres Volumen zu dehnen. Damit demonstriert sich aber nur die krankhafte Änderung der Lungentextur. Auch hier können allenfalls vorhandene Emphysemlaschen überdehnt, aber nicht neu erzeugt werden. Im übrigen setzt auch hier die Stabilität der Pleura einer Überdehnung rasch ein Ende.

Wir haben darüber hinaus auch in Versuchen an Meerschweinchenlungen diese Frage überprüft. Lungen von gesunden Tieren wurden bis zur Zerreißgrenze gedehnt und in diesem Zustande fixiert. Diese Versuche wurden im Vakuumkomplementverfahren wie auch mit Überdruckfüllung durchgeführt. Sie ergaben unter extremen Bedingungen nur das Bild des Volumen pulmonum auctum. Es ist auf keine Weise möglich, den Befund der Abbildung 3a in den des Emphysems der Abbildung 3b zu überführen, etwa durch Überdehnung der normalen Lunge. Umgekehrt läßt die Emphysemlunge auch morphologisch das Äquivalent der heraufgesetzten Ruhedehnungslage immer erkennen, sofern sie überhaupt nur entfaltet wird. In jedem Fall stützt sich die Beurteilung der in einer mittleren Funktionslage entfalteten Lunge hinsichtlich krankhafter Veränderungen des Luftgehaltes auf ein aussagefähigeres Präparat als die Beurteilung des durch Kollaps und Kompression bei üblicher Sektionstechnik alterierten Alveolensystems. Die Irrigatorfüllung erweist sich als die bisher einfachste Methode. Sie zeigt gegenüber anderen Verfahren keine grundsätzlichen Nachteile, hat aber den Vorteil der einfacheren, routinemäßig möglichen Handhabung. Für Lungenresektionspräparate oder zerschnittene Lungenstücke kommt methodisch nur das Unterdruckverfahren in Betracht.

Abb. 4. Auf einer Schneidemaschine mit horizontal rotierender Messerscheibe zerlegte, entfaltet fixierte Lunge (Silikotuberkulose mit faustgroßer Oberlappenkaverne). Fortlaufende 5 mm dicke Lungenscheiben.



Für die weitere Bearbeitung der entfaltet fixierten Lungen empfiehlt sich die Anfertigung fortlaufender Stufenschnitte von 4 bis 5 mm Dicke (Paraffinblockdicke), wie sie die Abbildung 4 zeigt. Diese fortlaufenden Stufenschnitte liefern eine erschöpfende Aussage über die topographische Orientierung herdförmiger und diffuser krankhafter Veränderungen in der Lunge, besonders auch bei Staublungenerkrankungen. CHRISTELLER hatte den Gefriergrößchnitt in die Histologie eingeführt und GOUGH diese Methode modifiziert für Schnitte durch ganze Lungen. HARTUNG hat detaillierte Hinweise für die praktische Herstellung solcher Präparate gegeben und technisch hervorragende Präparate demonstriert. So imponierend eindrucksvoll diese Großschnitte auch sind, der Einsatz an Zeit und Material für ihre Herstellung ist nicht zu unterschätzen, und ein Risiko liegt auch in diesem scheinbar unübertrefflichen Präparat: Es gibt nur Aufschluß über eine bestimmte Schnittfläche. Eine zuverlässige

Gesamtorientierung über Herdbildungen in der Lunge ist erst möglich, wenn fortlaufende Schnitte durch die gesamte Schichtdicke der Lunge vorliegen. Die Großgefrierschnitte sind zwar mit Methoden der histologischen Technik hergestellt, dennoch sind sie für eine übliche mikroskopische Betrachtung nur sehr wenig geeignet. Ihre überzeugende Rolle im Rahmen wissenschaftlicher Fragestellungen ebenso wie für Lehr- und Demonstrationszwecke bleibt unberührt von der Feststellung, daß der Aufwand ihrer Herstellung bei einer größeren Zahl einschlägiger Obduktionen die gebotenen Möglichkeiten rasch überfordert.

Mit erheblich geringerem Zeitaufwand (höchstens 10 Minuten für eine Lunge) zerlegen wir die fixierten Lungen auf handelsüblichen Schneidemaschinen mit mindestens 20 cm großer, horizontal rotierender Messerscheibe und verstellbarer Schichtdicke (1 bis 10 mm). Auf den fortlaufenden Scheiben gewinnt man sehr rasch einen Überblick über die Gesamtheit der Veränderungen einer Lunge (s. Abb. 4). Die Lungenscheiben sind absolut planparallel, sie gestatten den Übergang in jede gewünschte andere histologische Technik. Besonders auch für die spätere Anfertigung von Großgefrierschnitten sind diese planparallelen Lungenscheiben besser geeignet als von Hand geschnittene Lungenscheiben, da Niveauunebenheiten der Oberfläche wegfallen und weniger Kälte zum Anfrieren erforderlich ist. Für die makroskopische Diagnostik der fortlaufenden Organscheiben ergibt die zusätzliche Detailbetrachtung mit dem binokularen Präpariermikroskop, besonders beim Emphysem, vorzügliche Einblicke in Strukturveränderungen (Abb. 3). Auch nach Entnahme für die histologische Technik ist das ganze Präparat für retrograde kritische Betrachtungen jederzeit wieder in seiner ursprünglichen Form rekonstruierbar.

ZUSAMMENFASSUNG

1. Die in einer mittleren Funktionslage fixierte Lunge liefert für die Beurteilung krankhafter Störungen des Luftgehaltes ein aussagefähigeres Präparat als die bei üblicher Sektionstechnik kollabierte. Das gilt besonders für das primäre und sekundäre (GIESE) Emphysem.

2. Für die Dehnung der kollabierten Lunge bieten sich mehrere Verfahren an. Beim Unterdruckverfahren ist die Erzielung eines gewünschten Entfaltungsgrades technisch schwieriger als bei den anderen beiden Methoden. Volumenkomplementverfahren und Überdruckverfahren setzen eine Lunge mit intakter Pleura und genügend langem Bronchusstiel voraus, im Unterdruckverfahren sind auch kollabierte Resektionspräpa-

rate und kollabiert zerschnittene Lungen zu entfalten. Bei diesen Präparaten ist aber eine Inhomogenität der Dehnung im Unterdruckverfahren kaum zu vermeiden. Exzessive Überdehnungen sind im Experiment beim Volumenkomplementverfahren wie beim Überdruckverfahren möglich, aber vermeidbar.

3. Für die weitere Bearbeitung wird empfohlen, die Lungen auf handelsüblichen Schneidemaschinen mit horizontal rotierender Messerscheibe und verstellbarer Scheibendicke zu zerlegen. Mit fortlaufenden Scheiben von 4 bis 5 mm Schichtdicke gewinnt man einen erschöpfenden Überblick über die Gesamtheit der krankhaften Veränderungen. Die absolut planparallelen Gewebsscheiben gestatten den Übergang in jede gewünschte histologische Technik, sie sind auch für die Anfertigung von Großgefrierschnitten optimal geeignet.

LITERATUR

- ALTMANN, K., Experimentell-morphologische Untersuchungen über die Beziehungen zwischen der Lungencapillarweite und dem Lungendehnungsgrad. *Zschr. exper. Med.* **122**, 516 (1954).
- BRUNS, O., Über die Blutzirkulation in der atelektatischen Lunge. *Arch. klin. Med.* **108**, 469 (1912).
- CHRISTELLER, E., Eine neue einfache Methode zur normalen und pathologischen Histotopographie der Organe. *Virchows Arch.* **252**, 783 (1924).
- CLOETTA, M., Eine neue Methodik zur Untersuchung der Lungenzirkulation. *Arch. exper. Path. Pharmak.* **63**, 147 (1910).
- , Über die Zirkulation in der Lunge und deren Beeinflussung durch Über- und Unterdruck. *Arch. exper. Path. Pharmak.* **66**, 409 (1911).
- GIESE, W., Die Atemorgane, in: KAUFMANN, Lehrb. spez. path. Anat. Bd. II, 3. Teil. Walter de Gruyter, Berlin **1960**.
- GOUGH, J. und WENTHWORTH, J. E., The use of thin section of entire organs in morbid anatomical studies. *J. Roy. Microsc. Soc., Ser III*, **69**, 231 (1949).
- HARTUNG, W., Gefriergrößschnitte von ganzen Organen, speziell der Lunge. *Zbl. Path.* **100**, 408 (1960).
- , Histomechanik der Ventilationsstörungen. *Verh. Dtsch. Ges. Path.* **44**, 46 (1960).
- DE JAGER, W., Über den Blutstrom in den Lungen. *Pflügers Arch. Physiol.* **20**, 426 (1879).
- LAUCHE, A., Erfahrungen mit dem großen Gefriertisch nach CHRISTELLER. *Verh. Dtsch. Ges. Path.* **21**, 313 (1926).
- LOESCHKE, H., Methoden zur morphologischen Untersuchung der Lunge, in: ABDERHALDEN, Handb. biolog. Arbeitsmethoden, Abt. VIII, Teil 1, 1 S. 575. **1924**.
- , Störungen des Luftgehaltes der Lunge, in: HENKE-LUBARSCH, Handb. spez. path. Anat. **1928**.
- REIN, H. und SCHNEIDER, M., Physiologie des Menschen. Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg **1956**.
- SCHUBERT, W., Nachweis geringen Gasgehaltes in fetal atelektatischen Kinderlungen. *Zbl. Path.* **100**, 362 (1959).
- , Über die Wiederentfaltung der Lungen und Verdeutlichung von Emphysemen durch Unterdruckfixierung. *Verh. Dtsch. Ges. Path.* **44**, 172 (1960).
- TENDELOO, N. PH., Lungendehnung und Lungenemphysem. *Erg. inn. Med.* **6**, 1 (1910).

LEBENS LAUF

Am 4. 3. 1934 wurde ich in Würzburg als erstes Kind des damaligen Assistenzarztes Dr. Erich Müller und seiner Ehefrau Helma, geb. Wernery, geboren. Nach dem Besuch der Volksschule in Würzburg wurde ich im Herbst 1944 in das Alte Gymnasium Würzburg aufgenommen. Mit Kriegsende fiel durch die Zerstörung Würzburgs der Unterricht bis 1946 aus. Seit Herbst 1950 besuchte ich das humanistische Gymnasium in Erlangen und wechselte im Herbst 1953 an das humanistische Gymnasium in St. Blasien (Schwarzwald) über, wo ich im März 1955 das Abitur bestand. Im Sommer-Semester 1955 begann ich in Erlangen mit dem Studium der Medizin und hörte zugleich in den ersten fünf Semestern Vorlesungen über Archäologie. Während des Studiums besuchte ich ferner die Universitäten Wien (Sommer-Semester 1956), Paris (Winter-Semester 1957/58) und Heidelberg (Winter-Semester 1958/59). Das Physikum bestand ich im Juli 1957 in Erlangen, das Staatsexamen beendete ich in Erlangen im Januar 1961.

Erlangen, Februar 1961

